



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fachbereich Medientechnik

Labor für Nachrichtentechnik

Aufgabenstellung Laborversuch 2

„Abtastung“

Labortag	02.11.2009
Protokollführer	Malte Spiegelberg
Weitere Laborteilnehmer	Dennis Wedemann (1936877) Malik Schröder
Testtat	O.K. 2.11.09 Bello

1. Kennenlernen der Schaltung

Nachdem wir eine Einleitung der Übungsplatine bekommen haben, lernten wir die gesamte Schaltung kennen.

2. Durchführung

Um die auf der Übungsplatine unübersichtlichen Jumper besser bedienen zu können, benutzen wir zur Lösung der Aufgaben ausschließlich das Blockschaltbild.

Aufgabe 1

Mithilfe des Jumpers Nr. 1 können verschiedene Abtastfrequenzen am Taktgenerator eingestellt und dem Monovibrator zugeführt werden.

Hier wurde uns die Aufgabe gestellt nur die verschiedenen Abtastfrequenzen mit Jumper Nr. 1 einzustellen, am Output-Jumper abzugreifen und mit dem Oszilloscope zu überprüfen. Der Output-Jumper Nr. 3 steht auf Position 1 und Jumper Nr. 1 wurde in seiner Position variiert.

Position Jumper 1	Abtastfrequenz Sollwert in KHz	Abtastfrequenz Istwert in KHz
1	1,6	1,600
2	4	4,000
3	8	8,000
4	16	16,00
5	32	31,00

Da die Frequenzen quatzgenau sind, sind an dieser Stelle keine Abweichungen zu erwarten.

Aufgabe 2

Der Monovibrator erzeugt aus der Abtastfrequenz den Abtastimpuls, der mit dem Jumper Nr. 2 durch Variation der Ohmschen Widerstände variiert werden kann.

Der Kondensator C (242pF) wird mit den Widerständen R1 bis R5 aufgeladen und die Impulslänge ergibt sich aus der Formel: $t_{\text{Impuls}} = 1,1 R \times C$

Position Jumper 2	Widerstand	Impulsbreite Sollwert in μs	Impulsbreite Istwert in μs
1	10 K Ω	3,125	3,35
2	20 K Ω	6,25	6,4
3	100 K Ω	31,25	29,7
4	200 K Ω	62,5	59,5
5	400 K Ω	125	118,0

Bauteile und den Schaltkapazitäten der Schaltung begründen. Der Timer 555 hat alleine schon etwa 40pF Eingangskapazität.

Um die Größe der Kapazität zu verdeutlichen ein Beispiel mit Jumper 2 in Position 5:

$$C = \frac{t_{\text{Impuls}}}{1,1 \cdot R} = \frac{125 \mu\text{s}}{1,1 \cdot 400 \text{K}\Omega} = 284,1 \text{ pF}$$

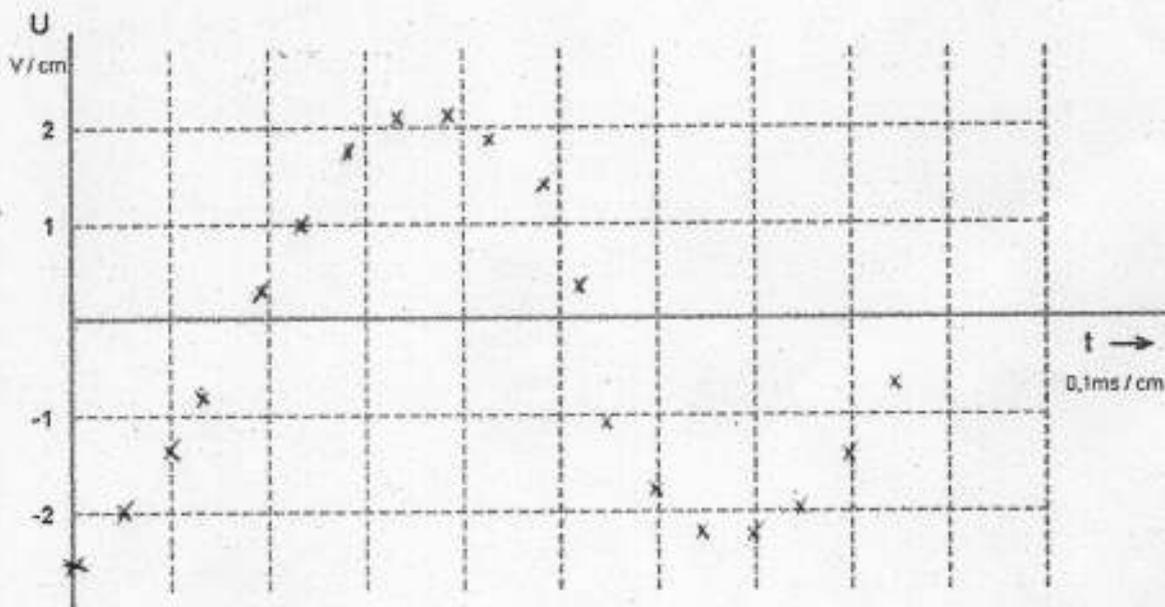
Aufgabe 3

Abtasten eines 1 KHz Sinus-Signales und die Analyse im Zeitbereich.

Dafür wurde die Abtastfrequenz auf 16 KHz eingestellt (Jumper 1 auf Position 4)
 und die Impulsdauer auf $3,125 \mu\text{s}$. (Jumper 2 auf Position 1)
 Als Signalquelle diente der interne Sinus-Generator. (Jumper 4 auf Position int)
 Das abgetastete Signal entnehmen wir am Output-Jumper. (Jumper 3 auf Position 4)

Im Prinzip wird bei der Abtastung das Signal mit Dirac Impulsen gemischt. Dadurch bilden die Impulse nur einen kleinen Teil des Sinusschwingung ab.

Durch die Beschaltung des Baustein LF398 wird hier das Signal zeitdiskret abgetastet und wird mit folgendem Diagramm verdeutlicht:



Das Ergebnis war eine Reihe von 16 Impulsen, deren Amplitude den Verlauf des 1 KHz Sinus darstellte.

Aufgabe 4

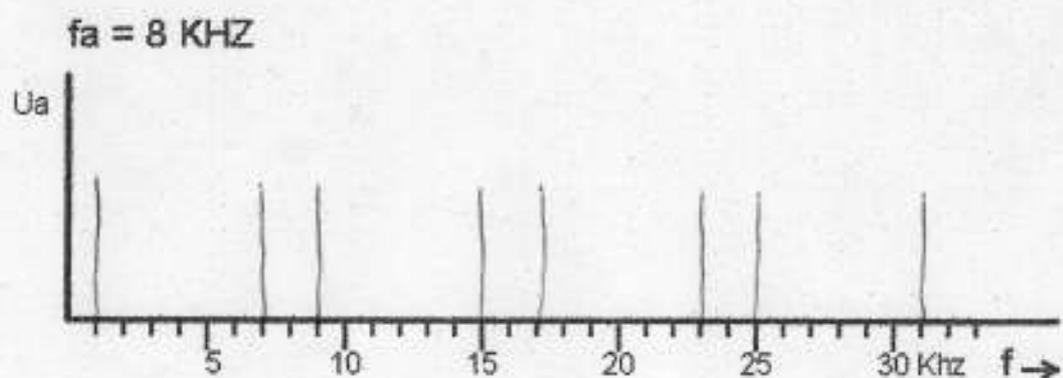
Abtasten eines 1 KHz Sinus-Signales und die Analyse im Frequenzbereich.

Durch die Mischung des Sinus-Signales mit dem Abtastimpuls entstehen Seitenbänder mit $\pm 1\text{KHz}$ um die Abtastfrequenz, sowie auch um die vielfachen der Abtastfrequenz.

Das abgetastete Signal aus Aufgabe 3 soll nun im Spektrum mit den Abtastfrequenzen von 16 KHz, 8 KHz und 1,6 KHz betrachtet werden.

Das Abtasttheorem von Shannon besagt $f_a > 2 \times f_s$. Daraus lässt sich im voraus schon sagen, dass es bei einer Abtastfrequenz von 1,6 KHz zu einer Unterabtastung kommt.

Diagramme mit den Frequenzspektren $f_a = 16 \text{ KHz}$, $f_a = 8 \text{ KHz}$ und $f_a = 1,6 \text{ KHz}$:



Bei einer Abtastfrequenz von 16 KHz und 8 KHz liegen die Seitenbänder mit $\pm 1 \text{ KHz}$ (abzutastende Frequenz) um den „Träger“ (Abtastfrequenz) herum und kommen vor allem dem Originalsignal „nicht in die Quere“. Bei 1,6 KHz überschneiden sich die Seitenbänder und spiegeln auch ins Basisband und verursachen Verzerrungen. Dies wird mit Aufgabe 5 anschaulich wiedergegeben.

Aufgabe 5

Als nächstes soll eine komplette Übertragungsstrecke in Betrieb genommen werden. Dazu wird ein externer Funktionsgenerator angeschlossen, der sich über den Jumper 4 (Position ext) ansteuern lässt. Außerdem wird dem Ausgang zusätzlich ein Interpolationstiefpass vorgeschaltet (Output-Jumper 3 auf Position 5), mit einer Grenzfrequenz von 4 KHz. Der Tiefpassfilter „glättet“ das diskrete Signal und filtert die vielfachen der Abtastfrequenz aus dem Basisband. Das Ergebnis soll nun das kontinuierliche Originalsignal sein.

Nun soll ein Sinus-Signal (2KHz) und ein Dreieck-Signal (2KHz) aus dem Funktionsgenerator der Platine zugeführt und mit 8 KHz abgetastet werden. Die Impulsbreite soll $3,125 \mu\text{s}$ betragen.

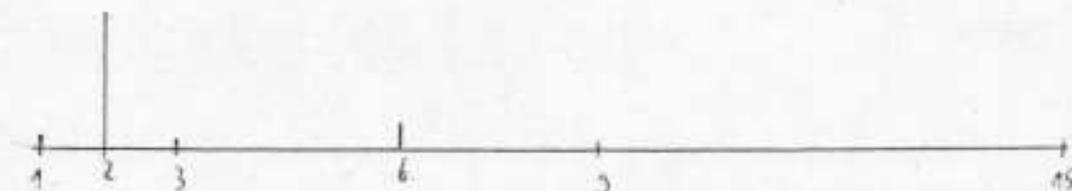
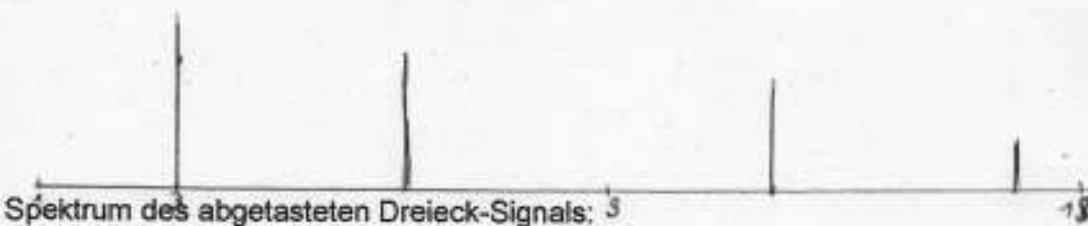
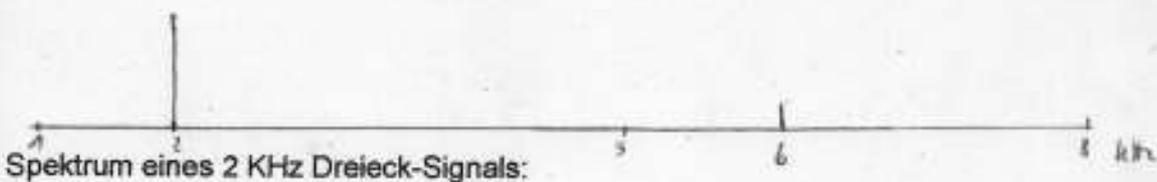
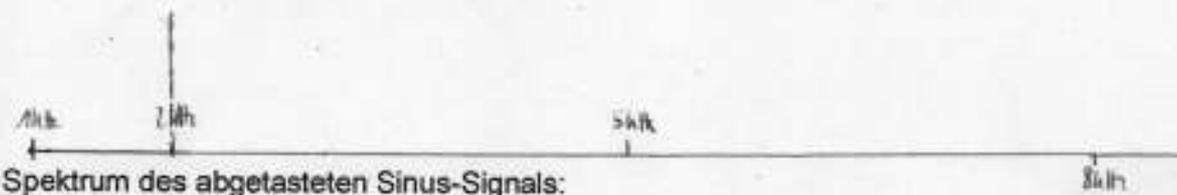
Die Messung ergab folgendes Phänomen:

- Sinus rein, Sinus raus
- Dreieck rein, Sinus raus

Wie ist dies möglich? Die Antwort steht fast schon in der Aufgabenstellung!

- Beim Dreiecksignal mit 2 KHz, werden die Harmonischen unterabgetastet, sodass das Abtasttheorem verletzt wird.
Der Aliasingfehler entsteht bei Unterabtastung und resultiert aus der Spiegelung der Harmonischen in das Basisband. Das Dreieck ist weit unterabgetastet, da die Bandbreite des Dreiecks (Harmonische des Dreiecks nach Fourier 2,6,10,14 KHz) bis ca 14 KHz reicht.

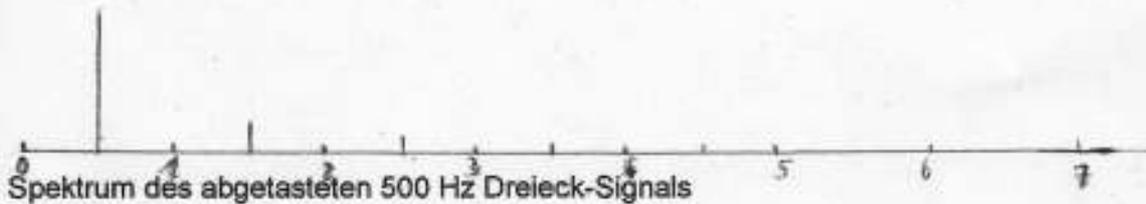
Spektrum eines 2 KHz Sinus-Signals:



Ein weiterer Grund für das „Dreieckproblem“ ist unser 4 KHz Tiefpassfilter, der alle Frequenzen oberhalb 4 KHz stark dämpft und somit nur die Grundwelle des Dreiecks durchläßt.

Dieses Problem wird umgangen, indem wir die Frequenz beispielsweise auf 500 Hz reduzieren.

Spektrum eines 500 Hz Dreieck-Signals:

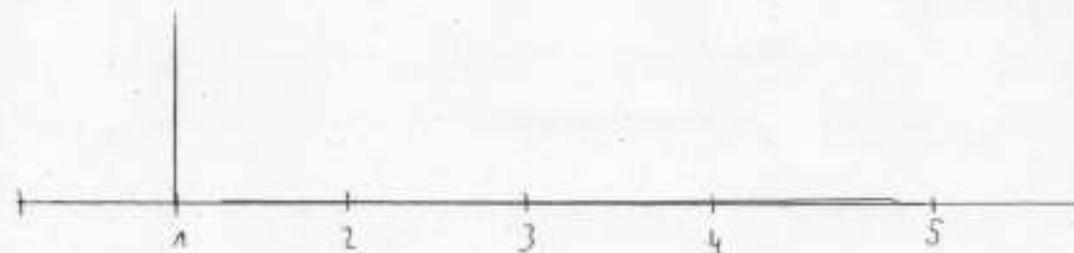


Aufgabe 6

An dieser Stelle soll gezeigt werden, wie sich ein Sinus, der mit 8 KHz abgetastet wird, bei verschiedenen Frequenzen von 5 KHz bis 25 KHz verhält. Ähnlich wie beim Dreieck, spiegeln sich bei Unterabtastung hochfrequente Anteile auch beim Sinus ins Nutzband.

Abgegriffen wird das Signal nach dem Interpolationsfilter. Es wird davon ausgegangen, dass der Filter direkt nach 4 KHz dicht macht. Das bedeutet, dass immer nur der eine Impuls durchgelassen wird, der kleiner als die Grenzfrequenz ist. In unserem Fall bewegt sich der Impuls zwischen 0 Hz und 4 KHz.

Beispielhaft folgt das Spektrum für ein Sinus-Eingangssignal von 15 KHz:



Die Tabelle zeigt die Frequenzen von 5 KHz bis 25 KHz.

Eingang KHz	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ausgang KHz	3	2	1	/	1	2	3	4	3	2	1	/	1	2	3	4	3	2	1	/	1

Aufgabe 7

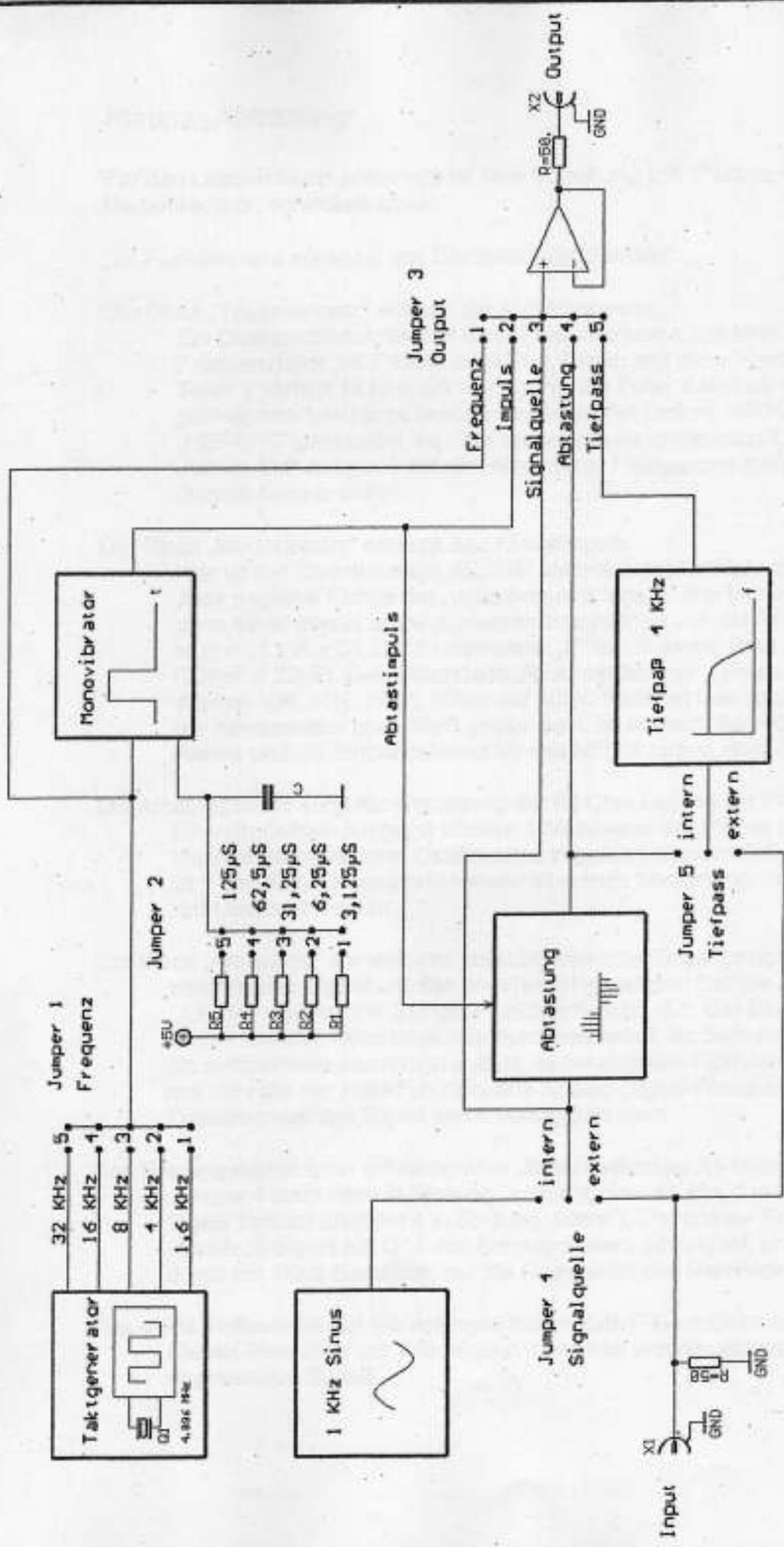
Abschließend sollte nun noch die Auswirkung verschiedener Impulsbreiten untersucht werden. Bei gleichem Eingangssignal (3 KHz) und gleicher Abtastfrequenz (8 KHz) wurde die Impulsbreite durch das Verstellen des Jumpers Nr.2 variiert.

Die Nullstelle errechnet sich nach der Formel: (Nullstelle des Spektrums)

$$f_{NULL} = n \cdot \frac{1}{t_{IMPULS}}$$

Jumperposition	Impulsbreite	errechnete Nullstelle	gemessene Nullstelle
1	3,75	210,53 kHz	280 kHz
2	6,4	156,25 kHz	155 kHz
3	29,7	33,3 kHz	30 kHz

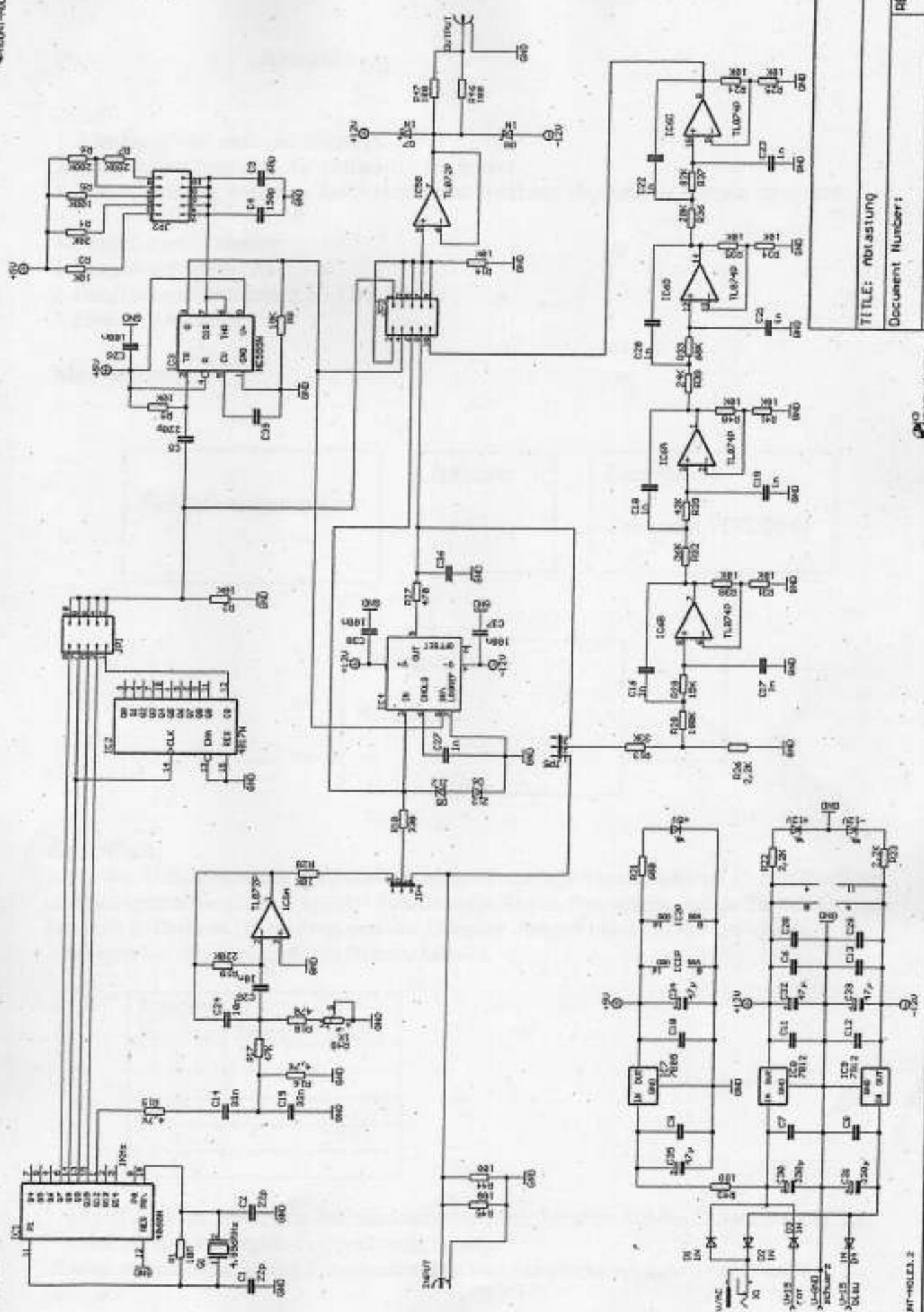
Die Ergebnisse der Messung stimmen mit den errechneten Werten fast überein.



TITLE: Blockschaltbild Abtastung

Document Number: REV:

Date: 03.12.2002 19:22:20 Sheet: 1/1



TITLE: Abtastung

Document Number:

Date: 02.07.2003 15:52:06

REV:

Sheet: 1/1